

貫入試験に関する基礎的研究(その3)

(株)キンキ地質センター 正会員 吉川雅章
 関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正会員 井上啓司
 関西大学大学院 学生員 土師秀人

1. まえがき

標準貫入試験は、土質調査法の一つとして多用され、 N 値より近似的に地盤の強度などを推定している。本研究は、サンプリングシュューに改良を加え、貫入時の抵抗力を鋼管ゲイの開ソク効果と支持力機構を適用することによって、サンプラー内壁面抵抗力和外壁面抵抗力和に分離した。その結果、打撃効率、土質定数などの関連について一つの推察が得られたので以下に報告する。

2. 貫入抵抗力和分離について

図-1 に示すように、貫入したときの管内土の一部を取りだすとつぎのつり合方程式が得られる。

$$V + dV = V + r(h)\pi r_2^2 dh + (K\mu' \frac{V}{A_0} + C_0) \cdot 2\pi r_2 dh \quad (1)$$

ここで $h = 0$ のとき $V = m$, $h = x$ のとき $V = V_x$ とすれば、区間 $[0, x]$ は、連続であるから、

$$\int_0^x dh = \frac{1}{\pi r_2^2} \int_m^{V_x} \frac{dV}{\frac{2K\mu' V}{\pi r_2^2 A_0} + V + r(h)r_2^2 + 2C_0} \quad (2)$$

より $a_1 = \frac{2K\mu'}{\pi r_2^2}$, $b_1 = r(h)r_2^2$, $C_1 = 2C_0$ とするとサンプラー内部に働く垂直力 V_x は、

$$V_x = \left(\frac{b_1 + C_1}{a_1} + m \right) \cdot 10^{\frac{a_1 \pi r_2^2 x}{b_1 + C_1}} - \frac{b_1 + C_1}{a_1} \quad (3)$$

となる。また図-1 に示したようにサンプラー内壁面に働く抵抗力和 R_x は、

$$R_x = \int_0^x (C_0 + \frac{V_x}{A_0} K\mu') 2\pi r_2 dh = A \cdot 10^{Bx} + Cx - A \quad (4)$$

となる。ただし、係数 A , B , C は、

$$A = \frac{2K\mu' \left(\frac{b_1 + C_1}{a_1} + m \right)}{a_1 (\log 10) \pi r_2^2}, \quad B = a_1 \pi r_2, \quad C = 2\pi r_2 \left(\frac{C_1}{2} - \frac{K\mu' b_1 + C_1}{\pi r_2^2 a_1} \right) \text{ である。}$$

つぎに外壁面に生ずる抵抗力和は、図-2 に示すように貫入量に応じて、サンプラー貫入初期の抵抗力和、アーチ形成後の抵抗力和に分離できる。サンプラー外壁面抵抗力和を f とすると全貫入抵抗力和 F は、

$$F = R_x + f = A \cdot 10^{Bx} + Cx + D \quad (5)$$

となる。ただし $D = f - A$ とする。

実験結果は、シュ-先端部より 15 cm の箇所にフリ

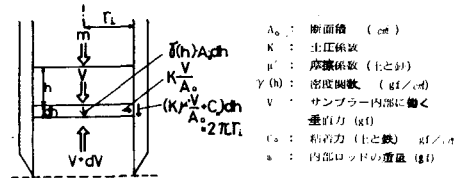
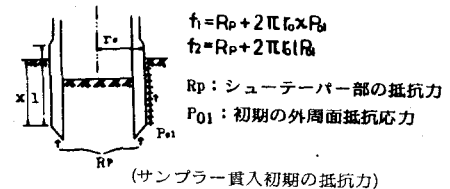
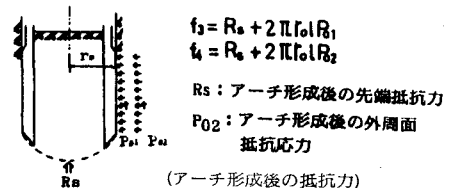


図-1



(サンプラー貫入初期の抵抗力和)



(アーチ形成後の抵抗力和)

図-2

MASAAKI-YOSHIKAWA, KEIICHIRO-TANIGUCHI, KEIGI-INOUE, HIDETO-HAZE

クッションカットを設けたことから、外部抵抗が一定となる部分で貫入抵抗を分離することができる。解析上、サンプラーを1 cm貫入するのに必要な打撃回数に貫入量を分け、それを最小2乗法により直線近似し、その勾配をみかけの貫入抵抗(R_m)とする。式(5)は、つぎのように変形される。

$$F = A10^{Bx} + Cx + D = \alpha MH (g_1 10^{g_2 x} + g_3 x + g_4) \text{----- (6)}$$

ただし、カット内は、みかけの全貫入抵抗を示し、 α ：打撃効率、 M ：重錘重量、 H ：落下高さ、 g_1, g_2, g_3, g_4 ：係数である。打撃効率 α 、土質定数 C_0 、 K_M は、つぎのようになる。

$$\alpha = \frac{-2C_0^2 R(h)}{g_3 MH}, \quad C_0 = \frac{1}{2\alpha R_2} (g_1 g_2 \alpha MH \log 10 - g_2 m + g_3 \alpha MH), \quad K_M = \frac{g_2 R_1}{2} \text{----- (7)}$$

3. 実験方法および結果

実験装置は、貫入抵抗を分離するために改良型シュースを使用し、また一打撃あたりの貫入量を小さくして詳細なデータを得るため標準貫入試験装置を小型化した。重錘10 kgを30 cmの高さから自由落下させ、そのさいの打撃回数、貫入量、試料高さを測定した。実験現場は、S1：粒径のそろったゆるい砂質土、S2：密なシルト質砂の2ヶ所の自然地盤である。

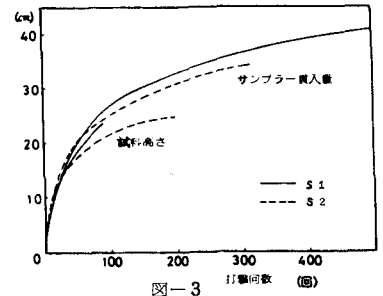


図-3

図-3は、打撃回数とサンプラー貫入量およびサンプラー内部の試料高さの関係を示す実験結果である。図-4は、貫入量とみかけの貫入抵抗を示したものであり、貫入量15 cm～25 cmの範囲において解析を行なった。その結果を表-1に示した。

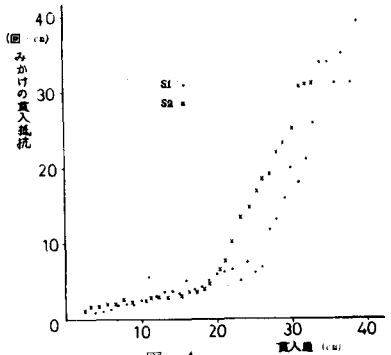


図-4

これらの結果より打撃効率 α は、コーンブリー法の約1/2であるが、本実験装置の機能を考慮すると妥当であると推察される。また、S1, S2現場の一面セン断試験結果と比較すると粘着力は、約1/2に相当しており、貫入後の管内密度と同密度の試験結果とでは約1/2になる。一般にシルトまたは粘土を含む砂質土の K_M は、0.020～0.050と推定されており、約2倍から3倍の結果を得ている。土と鉄との C_0 は、土の場合の約1/2といわれているので、この実験結果も妥当な値と思われる。なおこのような砂質地盤において粘着力、周面抵抗は先端抵抗に比較して非常に小さいことがわかる。

表-1

	α (%)	K_M	C_0 (g/cm³)	P_m (g/cm³)	R_1 (kg/cm²)	R_2 (kg/cm²)	P_1 (g/cm³)
S1	30.0	0.106	20.8	1190	45.2	2680	52.4
S2	25.7	0.107	47.9	217	114	2310	51.8

4. まとめ 改良型シュースを使用することにより、貫入抵抗力を分離することが可能であり、その実験結果より土質定数を数値解析することができる。今後は、実験を重ね、この解析値の信頼度を明確にする必要がある。

〈参考文献〉1). 吉川, 谷口, 井上: 貫入試験における抵抗力の分離について, 昭和54年度, 土木学会関西支部年報 Ⅱ-17

2). 山原 浩 : 鋼管グイの支持力機構と通用例, Vol. 17, No. 11 (1969)